颠覆性指数的稳定时间窗研究*

■ 刘小慧[1,2] 沈哲思[1] 廖宇[1,2] 朱曼曼[1,2] 杨立英[1]
[1] 中国科学院文献情报中心 北京 100190 [2] 中国科学院大学经济管理学院图书情报与档案管理系 北京 100190

摘 要：[目的/意义] 探索颠覆性指数的稳定时间窗，分析其学科差异，揭示颠覆性指数稳定度与被引半衰期、被引频次稳定度之间的关系，为各学科合理应用该指数提供时间窗参考。[方法/过程] 分别计算22个学科在不同引文时间窗下的颠覆性指数稳定度，得到各学科颠覆性指数达到0.8稳定度所需的时间窗；进而分别分析颠覆性指数与被引半衰期、被引频次稳定时间窗之间的关系。[结果/结论] 颠覆性指数达到0.8稳定度所需的时间窗存在较大学科差异；达到被引半衰期时，各学科的颠覆性指数稳定度均达到了0.8，可使用被引半衰期作为颠覆性指数计算的参考时间窗；学科特质和指标算法都是影响颠覆性指数稳定度的重要因素，受算法的影响，颠覆性指数一般会晚于被引频次达到较高稳定度。

关键词：颠覆性指数 引文时间窗 引文指标 稳定度 学科差异
分类号：G250
DOI：10.13266/j.issn.0252-3116.2021.18.006

科研评价是科研活动管理和评判的基础手段[1]，在科研管理体系中，评价具有衡量绩效、体现导向、支持决策、咨询诊断等重要作用[2]，所以评价结果必须同时具备稳定性和时效性。普莱斯奖得主 A. Raan 认为，基于引用的评价具有巨大的应用价值[3]。实践发现，引文指标的计算很大程度上会受到引文时间窗（以下简称"时间窗"）的影响。对于稳定性而言，时间窗越长越好；但对于时效性而言，时间窗则越短越好。所以，合适时间窗的选取是引文指标应用过程中一个非常值得研究的问题。

颠覆性指数[4-5]是一个较新的度量原创性的计量指标，其从局部引用结构的角度度量论文的颠覆性。从测度角度和计量内涵来看，颠覆性指数在科研评价中具有很大的潜在应用价值。作为引文指标，颠覆性指数同样会受到引文时间窗的影响。L. Bornmann 较早提出了颠覆性指数的引文时间窗问题，但其仅以4篇论文作为案例[6]，缺少对颠覆性指数引文时间窗及其学科差异等的系统性研究。

本文对颠覆性指数的时间窗问题进行探索性研究，分析其在不同时间窗下的稳定度，并与其它反映引用时间特征的指标进行关联分析，以帮助更好地理解颠覆性指数的稳定性和时间特征，为颠覆性指数时间窗的选取提供参考。

1 颠覆性指数简介

颠覆性指数被提出[5]以来，受到了科学家的广泛关注[7-8]。颠覆性指数是测度论文原创性的一个科学计量指标，其通过衡量科研成果对原有研究内容或研究范式的替代程度来测度其颠覆性。颠覆性指数的计量内涵如图1所示：

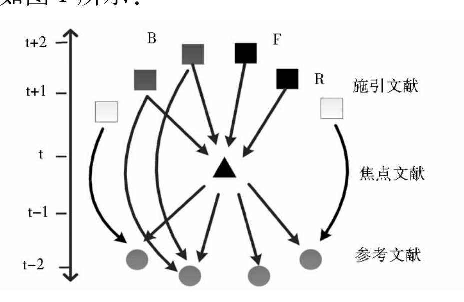


图1 颠覆性指数示意

图1中黑色三角形是要被评价的研究成果，称为"焦点文献"。图1中的圆形节点是焦点文献的参考文

* 本文系国家自然科学基金项目"基于知识网络的创新性度量研究"（项目编号：71974017）研究成果之一。
作者简介：刘小慧（ORCID：0000-0002-7233-7820），博士研究生；沈哲思（ORCID：0000-0001-8414-7912），副研究员，博士，通讯作者，E-mail：shenzhs@mail.las.ac.cn；廖宇（ORCID：0000-0002-5117-4356），博士研究生；朱曼曼（ORCID：0000-0002-8961-5268），博士研究生；杨立英（ORCID：0000-0001-5539-9934），研究员，博士，博士生导师。
收稿日期：2021-05-26 修回日期：2021-07-20 本文起止页码：49-57 本文责任编辑：王传清

献;上方的正方形节点是焦点文献的施引文献。根据对焦点文献和参考文献的不同引用情况,施引文献可分为 3 类:F 类(黑色,只引用了焦点文献)、B 类(深灰色,同时引用了焦点文献及其参考文献)和 R 类(浅灰色,只引用了焦点文献的参考文献),这 3 类施引文献分别代表焦点文献对历史知识的颠覆性、发展性和继承性。由此,颠覆性指数 D 定义为 F 类施引文献与 B 类施引文献的概率之差,如公式(1)所示:

$$D = \frac{N_F - N_B}{N_F + N_B + N_R} \quad \text{公式(1)}$$

其中,N_F、N_B、N_R 分别表示三类施引文献的数量。

2 引文时间窗研究现状

关于引文指标的时间窗,国内外已有部分研究。有些学者探索了论文发表后的年被引频次或在不同时间窗时累积被引频次的变化模式,如 D. Walters[9]、R. Costas[10]、J. Levitt[11] 等发现,不同被引频次等级、不同学科、不同文献类型等具有不同特点的论文,在不同时间窗时有不同的被引规律。L. Waltman 等通过研究生物化学和分子生物学短期引文与长期引文的关系,发现论文评价至少需要一个整年的时间窗[12];A. Nederhof 等通过 *Life and physical science* 中"空间"主题相关的研究发现,使用长时间窗得出的结论比短时间窗更加合理[13]。R. Costas 和 G. Abramo 分别从研究者[10,14]、研究团队与高校[15-16]的角度分析时间窗选择方法,发现不同时间窗会对评价结果产生显著影响。但是,A. Jonathan 基于英国科学数据探索不同时间窗下论文被引频次之间的关系时,发现初期(发表 1 年左右)被引频次与长期被引频次具有强相关性,初期被引频次可以作为论文长期(比如 10 年)影响力的预测指标[17]。上述研究侧重考察短时间窗与长时间窗的引文评价结果之间是否存在区别。

还有一些研究,更加注重合适时间窗的选取方法及其应用。G. Abramo 等利用汤森路透意大利国家引文报告中的引文数据,通过相关性计算,揭示了时间窗"充足"的定量含义,并量化了被引频次因缩短时间窗而产生的误差[18]。J. Wang 利用 Web of Science 发表于 1980 年的论文数据,计算了各时间窗下被引频次和 31 年时间窗时被引频次的相关系数,发现高被引论文的相关性更低,且领域归一化不能提高因使用短时间窗而降低的准确性[19]。X. Wang 等把短时间窗下被引频次与长时间窗下被引频次的相关系数作为权重,比较了 CNCI 指标加权前后的高校排名变化,发现加权的排名更加合理[20]。这类研究中,学者更加精确地测度不同时间窗下被引频次的稳定度以及时间窗给科研评价带来的影响。从这类研究中可以发现,对于引文指标而言,时间窗的选择是实现合理评价的重要因素。

除时间窗之外,被引半衰期也是计量学中常用的反映引用时间特征的指标[21-22]。周二强发现出版国家、出版周期、语种以及期刊的总被引频次、影响因子、引用半衰期等,都会影响图书情报学期刊的被引半衰期[23]。何文等通过研究影响因子与被引半衰期的关系发现,在构建期刊评价体系时,应该充分考虑影响因子与被引半衰期的关系[24]。戴丽琼[25]、张黄群[26] 等对被引半衰期与其他更多的指标之间的相关关系进行了探索。

颠覆性指数作为引文指标,其稳定度同样与时间窗的长度密切相关。但由于颠覆性指数的计算并不直接利用被引频次,所以较被引频次而言,其稳定时间窗更加复杂。因此,本文在已有研究基础上,探索各学科颠覆性指数的稳定时间窗,考察颠覆性指数在学科间存在的差异,并尝试分析原因,探索其与被引频次稳定时间、被引半衰期之间的关系。

3 研究方法与数据

3.1 研究方法

在科学计量学领域相关研究中,一般认为稳定后的被引频次基本可以代表论文的长期影响力。借鉴已有研究[19],本文计算各学科论文的颠覆性指数稳定时间窗主要包括三步:

第一步:假设论文发表后第 T 年(足够长)时论文的被引情况已基本趋于稳定,所以把 T 年视为参考时间窗,计算在 T 年时间窗下各学科的颠覆性指数,记为 $D_{t=T}$。

第二步:把 1 年、2 年、……、T-1 年的时间窗视为测试时间窗,分别计算各测试时间窗下的颠覆性指数,分别记为 $D_{t=1}$、$D_{t=2}$、……、$D_{t=T-1}$。

第三步:计算参考时间窗与各测试时间窗下颠覆性指数之间的相关系数,并将其作为相应测试时间窗下颠覆性指数的稳定度,如表 1 所示:

表 1 颠覆性指数稳定时间窗计算原理

颠覆性指数	参照时间窗下	$D_{t=T}$			
	测试时间窗下	$D_{t=1}$	$D_{t=2}$	……	$D_{t=T-1}$
相关系数(即稳定度)		Corr1	Corr2	……	Corr(T-1)

在以上三步的基础上,根据需求,选择颠覆性指数稳定度,满足该稳定度的最短引用时间窗即为颠覆性

指数的最小稳定时间窗（下文简称为"稳定时间窗"）。

由于颠覆性指数属于引文指标，而被引半衰期和被引频次的稳定时间窗都是反映引用时间特征最基础和常用的指标，同时颠覆性指数的计算牵涉到被引频次的计算（N_F+N_B 为被引频次），所以本文将进一步从被引半衰期和被引频次两个角度，揭示颠覆性指数的相关现象和科学规律，以便更好地理解颠覆性指数的稳定性和时间特征。

3.2 数据来源

本文以 Web of Science 为样本数据库，选取在 1998 年发文量最多的 20 个国家（包括中国、美国、英国、德国等）发表于 1998 年的 SCI 论文为分析对象，检索时间为 2020 年 10 月 17 日。分别选取 1 年、2 年、……、17 年、18 年为测试时间窗，对各时间窗下的累积引文进行统计，并把 19 年作为参照时间窗，即把截至 2017 年时的总被引频次视为稳定被引频次，以分析各学科颠覆性指数的稳定时间。本文共获得样本论文 39.6 万篇，累积被引频次 1 717 万次。由于引文指标具有学科差异，所以本文在 ESI 的 22 个学科大类[27]基础上，分析颠覆性指数稳定时间窗在各学科上的差异。

4 各学科的颠覆性指数稳定时间窗

基于以上数据和方法，得到各学科在不同时间窗下的颠覆性指数稳定度，如图 2 所示：

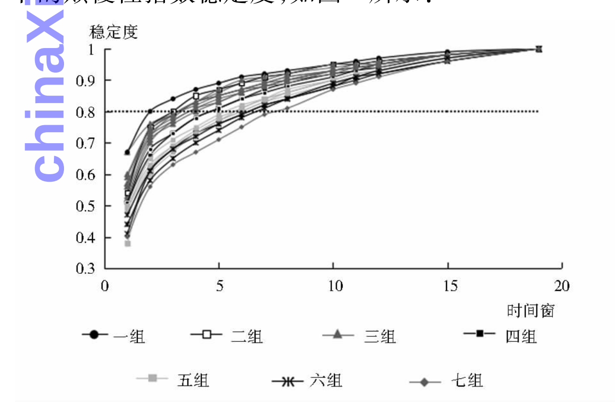


图 2 不同时间窗下各学科颠覆性指数稳定度

注：图例名称即表 2 中的组别

在相关性的定义中，0.8 被认为是强相关的参考标准。借鉴这一经验，本文将 0.8 作为颠覆性指数具有强稳定度的标准。由图 2 可知：①从变化曲线来看，颠覆性指数稳定度在不同学科之间存在一定差异。根据颠覆性指数达到 0.8 稳定度所需时间窗，大致可将所有学科分为 7 个组（见表 2）。分子生物与遗传只需要 2 年时间窗便可达到，而农业则需要 8 年。②在同一时间窗下，不同学科之间存在较大差异。比如在 4 年时间窗下，有些学科（如分子生物与遗传）稳定度已经超过了 0.8，而有些学科（如农业）却不到 0.7。如果在应用颠覆性指数过程中统一使用 4 年时间窗，对有些学科而言则会存在偏差，因此在使用颠覆性指数进行评价时，不同学科应注意采用各自适合的时间窗。

表 2 各学科 D 达到 0.8 稳定度所需时间窗

组别	学科	时间窗(稳定度＝0.8)
一组	分子生物与遗传	2 年
二组	计算机	3 年
三组	临床医学、空间、生物与生化、社会、神经科学、经济与商业、免疫、微生物	4 年
四组	物理、精神病学	5 年
五组	化学、工程、数学、环境生态、地学	6 年
六组	药理和毒理、植物与动物、材料	7 年
七组	农业	8 年

各学科达到 0.8 稳定度所需时间相差甚大，从直观上看，这种差异的原因是什么呢？下文将进一步对颠覆性指数稳定度的成因进行剖析。

5 颠覆性指数稳定趋势的成因剖析

由于在颠覆性指数的设计理念中，论文的颠覆性体现于其施引文献，并由焦点文献与施引文献之间的引用结构特点来测度，所以本节从不同时间窗下引用结构的变化及其数理运算两个角度，去分析颠覆性指数稳定时间窗变化的原因。

从引用结构的角度看，颠覆性指数会受到 F 类、B 类和 R 类引文稳定趋势的影响。这 3 类引文在不同时间窗时的相对数量会直接对颠覆性指数稳定度产生影响。如果这 3 类施引文献数量趋于稳定，那么颠覆性指数也会随之趋于稳定，而趋于稳定最晚的一类施引文献，将最终决定颠覆性指数的稳定时间。

图 3 以工程、临床医学、计算机和数学为例，展示了 N_F、N_B、N_R 和颠覆性指数 D 在不同时间窗下的稳定度变化趋势。如图 3 所示，不同学科之间 3 类引文的稳定度呈现出相似的变化趋势，其中 N_F 和 N_B 的变化幅度比较大，对颠覆性指数的稳定度变化产生主要影响，N_R 在不同学科中均相对比较稳定，对颠覆性指数稳定度的变化影响较小。总之，施引文献稳定趋势差异是造成各学科颠覆性指数稳定时间窗存在差异的原因之一。

另一方面，颠覆性指数稳定的时间也受计算公式的影响。颠覆性指数 D 是关于 N_F、N_B 和 N_R 的函数，

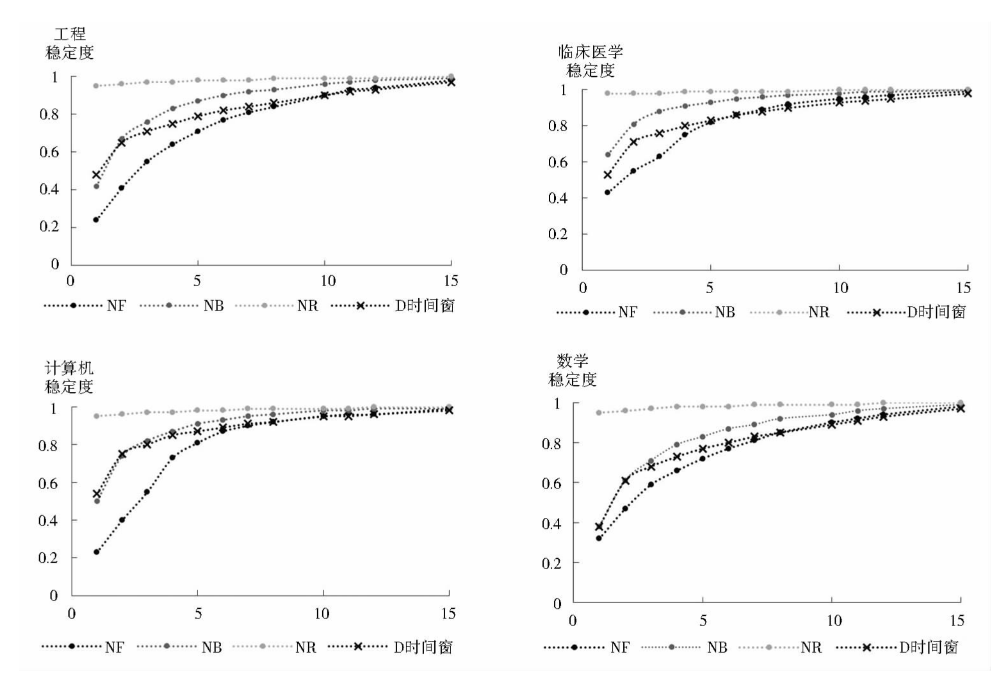


图 3 F 类、B 类、R 类施引文献和 D 稳定度的变化趋势

N_F、N_B、N_R 通过该函数对颠覆性指数的稳定度产生二次影响，所以该函数直接决定不同时间窗下 D 的稳定程度。公式（2）中，被引频次与 N_F、N_B 之间是线性关系，两者稳定后，被引频次便可稳定；而公式（1）中，颠覆性指数与 N_F、N_B、N_R 之间为非线性关系，所以颠覆性指数的稳定时间就相对复杂。但是，只要各时间窗下三者之间的关系与 19 年时间窗下的一致，即使三者并未达到稳定，仍然可以使颠覆性指数拥有较高的稳定度。

$$C = N_F + N_B \quad \text{公式(2)}$$

因此，若出现颠覆性指数先于被引频次达到较高稳定度的情况，从某种意义上讲，这是因为 D 深受算法的影响，是该算法下的一种巧合，属于临时稳定；在一般情况下，要使颠覆性指数实现持续稳定，必须待 N_F、N_B、N_R 也趋于稳定。

无论如何，颠覆性指数稳定时间窗在各学科之间存在的差异，在本质上均是由不同学科的研究范式、引用习惯等决定的。而上述这些决定因素，都会体现为各学科的独特引用模式，从而影响着 N_F、N_B、N_R 的稳定趋势以及 D 的稳定时间窗。因此，各学科颠覆性指数的稳定时间窗与该学科的引用特征息息相关。

上述因素对颠覆性指数稳定时间窗的影响，主要通过研究时长、审稿时长、认可时滞等[28-29]形式体现出来。比如生物医学领域中的实验性学科，通常需要较为繁琐和周期较长的实验过程，这直接决定相应论文的发表时间，从而影响颠覆性指数的稳定时间窗。比如数学中关于某些定理的证明，需要审稿人和编辑用相对较长的时间去验证，这也会影响相应研究的发表时间，从而导致三类施引文献的发表时间相对较晚，使得颠覆性指数的稳定时间窗较长。同理，其他研究者对焦点论文的认可也需要一定时间，该认可时间同样会因学科而异，从而使得各学科的稳定时间窗呈现差异。

被引半衰期和被引频次稳定时间窗均是与引用相关的特殊时间点，均与研究范式、引用习惯等几个影响因素相关，鉴于颠覆性指数稳定时间窗与引用特征之间的紧密关系，也为区别颠覆性指数稳定时间窗与被引半衰期、被引频次稳定时间窗之间的特点，本文后续分别探讨颠覆性指数稳定度与被引半衰期、被引频次稳定时间窗之间的关系。

6 颠覆性指数稳定度与被引半衰期

颠覆性指数作为引文指标，其计算主要受被引情况的影响。对于大部分论文，在达到被引半衰期前，论文的被引频次快速积累；被引半衰期过后，被引频次增长变慢，开始进入衰退期。那么，在被引半衰期时，若用颠覆性指数去衡量论文的长期颠覆性表现，该衡量结果是否稳定可靠？达到被引半衰期时，各学科颠覆性指数的稳定度能达到多少？本节通过数据实验，回答以上问题。

本研究将 19 年时间窗下的累积被引频次作为论文的最终被引频次，将论文发表年作为被引频次统计的第一年。从第一年开始，论文累积被引频次达到最终被引频次的 50% 所需要的时间，记为被引半衰期。

刘小慧，沈哲思，廖宇，等. 颠覆性指数的稳定时间窗研究[J]. 图书情报工作,2021,65(18):49－57.

下面以某几篇论文为例，说明论文被引半衰期的计算方法，如表3所示：

表3　论文被引半衰期计算方法说明

年份		1998	1999	2000	2001	……	2017
累积被引频次	论文1	1	5	9	12	……	20
	论文2	8	10	10	13	……	15
年数		1年	2年	3年	4年	……	19年

表3中，论文1在发表后的第3年至第4年间，累积被引频次达到2017年时的一半，因此，论文1的被引半衰期为：

$$论文1的被引半衰期 = 3 + \frac{20 \times 0.5 - 9}{12 - 9} = 3.33$$

（年）

同理可得，论文2的被引半衰期为0.94年。学科被引半衰期，即为该学科内所有论文被引半衰期的平均值。由于各学科的被引半衰期不一定是整数，所以为尽量保持精确，在计算被引半衰期对应的各学科颠覆性指数稳定度时，本节同样应用了分数计算法。以空间科学为例，其被引半衰期为5.77年，在第5年和第6年时对应的颠覆性指数稳定度分别为0.86和0.89；基于此，空间科学在达到被引半衰期时，相应的颠覆性指数稳定度为0.88（即0.86＋(0.89－0.86)＊(5.77－5)）。各学科的被引半衰期和相应的颠覆性指数稳定度如图4所示：

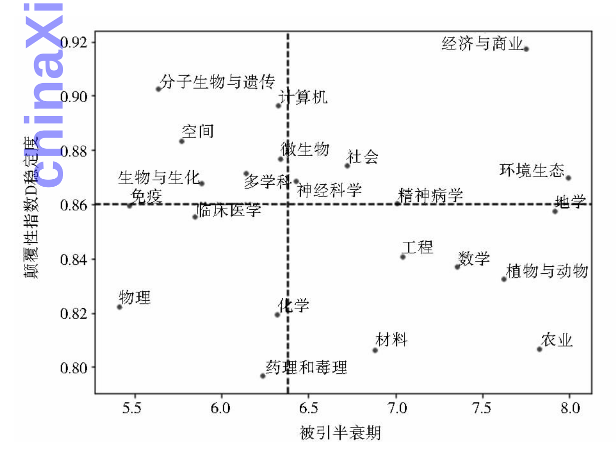


图4　各学科被引半衰期及颠覆性指数稳定度

注：图中两条虚线处的取值分别是对应维度的中位数

由图4可知：①在达到被引半衰期时，所有学科的颠覆性指数稳定度均达到了0.8，具备了较强的稳定度，甚至有些学科已超过0.9，如经济与商业为0.92。②很多学科的被引半衰期类似，但是在被引半衰期时，颠覆性指数的稳定度却差异很大。比如，物理和分子生物与遗传，两者的被引半衰期均在5.5年左右，但是分子生物与遗传的颠覆性指数稳定度却明显高于物理。这种现象可由第5节指出的N_F、N_B、N_R稳定度差异进行解释。表4分别给出了物理和分子生物与遗传的N_F、N_B、N_R的稳定度。由表4可知，在第5年时间窗时，物理的N_F、N_B、N_R稳定度均低于分子生物与遗传，尤其N_F，在两学科之间相差最大，致使D的稳定度也有一定的差异。

表4　物理中相关各量在5年时间窗下的稳定度

学科	N_F	N_B	N_R	D
物理	0.81	0.91	0.97	0.81
分子生物与遗传	0.87	0.96	0.98	0.89

研究颠覆性指数，一方面是为了更好地了解该指数，以便合理应用，有助于从一个新的维度认识科学发展过程中的现象和规律；另一方面旨在通过颠覆性指数，了解科研单位（国家或机构、学科等）的发展现状，为制定合理政策、及时调整学科方向提供参考。所以，就参考价值而言，颠覆性指数的时效性也尤为重要。根据经验，0.8的稳定度就已基本可以满足认识科学发展现状的需求，但是由图4可知，很多学科达到被引半衰期时，D的稳定度都远远高于0.8。对比达到更高稳定度所需要的时间成本和提供的信息价值，基本可以舍去高于0.8部分的稳定度。所以下文将关注各学科达到0.8颠覆性指数稳定度所需要的时间窗与被引频次稳定时间窗之间的关系。

7　颠覆性指数稳定时间窗与被引频次稳定时间窗

对于大部分科研论文而言，在其发表一段时间之后，便可以通过该论文在科学研究中的被引表现，预估远期该论文相对于其他论文的被引情况，从而帮助间接判断该论文的质量。由于论文的被引情况是动态变化的，所以对于判断论文的引用影响力而言，上述积累被引的过程所需要的时间便非常关键。

颠覆性指数和被引频次虽然都是测度科研成果质量的指标，但其测度的维度不同：颠覆性指数反映的是科研论文的原创性，被引频次反映的是科研论文的学术影响力或被关注程度。那么，①判断这两个指标所需要的时间是否一致？若不一致，两者差异有多大？②哪个指标先达到稳定？本节以这两个问题为核心，探讨颠覆性指数和被引频次稳定度之间的关系。

依然以19年作为参考时间窗，用与第3.1节相同的方法，计算各学科在不同时间窗时被引频次的稳定

度。结合不同时间窗下颠覆性指数和被引频次指标的稳定度，得到两者之间的关系图，图 5 以经济与商业、数学、临床医学和神经科学为例进行展示，分别代表 4 种稳定度变化模式，即：①经济与商业——最初颠覆性指数稳定度远高于被引频次，随时间窗变长，两指标稳定度相近；该模式下的学科还有计算机、工程。②数学——最初颠覆性指数稳定度略高于被引频次，随时间窗变长，颠覆性指数低于被引频次；该模式下的学科还有精神病学、社会科学、环境生态、材料、农业。③临床医学——最初两指标稳定度比较接近，随时间窗变长，颠覆性指数稳定度远低于被引频次；该模式下的学科还有药理和毒理、地学、植物与动物、化学。④神经科学——颠覆性指数稳定度一直低于被引频次。该模式下的学科还有分子生物与遗传、免疫、生物与生化、微生物、物理、空间。

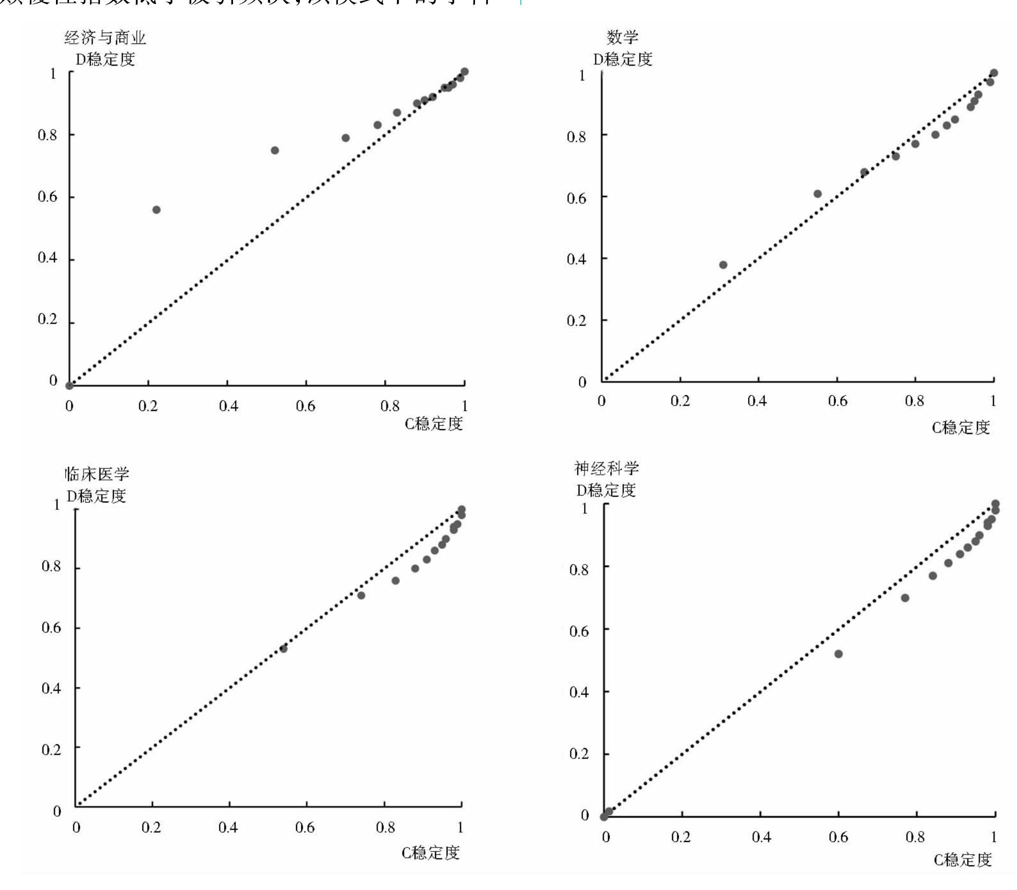


图 5 颠覆性指数稳定度和被引频次稳定度在不同时间窗下的变化关系曲线

注：图中 D 是指颠覆性指数，C 是指被引频次，且 $C = N_F + N_B$

对于问题①，由图 5 可见，在不同时间窗下各学科的两个指标稳定度变化有显著差异，且不同学科差异大小不同。图 5 中，直线 Y = X 相当于时间轴，左上角的点表示颠覆性指数的稳定度增长比被引频次快，右下角反之。本文借鉴基尼系数的思想来度量上述差异。如图 6 所示，将稳定度曲线与横轴围成的图形记为 A，直线 y = x 与横轴围成的三角形记为 B，用两者的面积之差 $S = S_A - S_B$ 表示两指标的差异。$S > 0$，表示颠覆性指数的稳定度在整体上增长较快，$S < 0$，表示被引频次稳定度在整体上增长较快。S 绝对值越大，两指标增长速度差异越大。

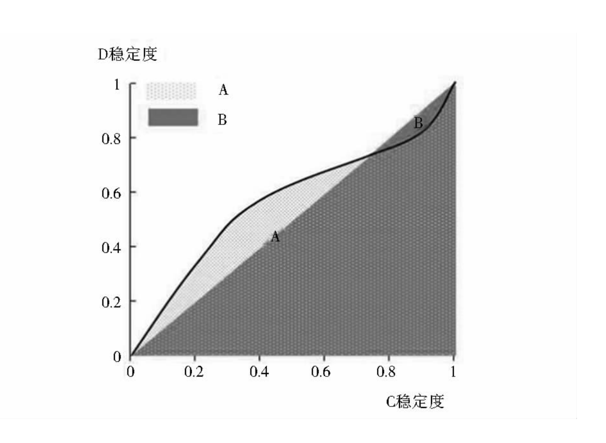


图 6 颠覆性指数稳定度与被引频次稳定度差异示意

经计算，各学科的颠覆性指数和被引频次在不同时间窗下稳定度差异见表 5。由表 5 可知，经济与商

刘小慧，沈哲思，廖宇，等.颠覆性指数的稳定时间窗研究[J].图书情报工作,2021,65(18):49－57.

业、计算机、工程、社会、数学、材料、环境生态这 7 个学科，整体上颠覆性指数稳定度增长速度快于被引频次。这种现象是由各学科的本质特点决定，反映在引用特征上，分别作用于 N_F、N_B、N_R（可参见第 5 节关于 N_F、N_B、N_R 的稳定度分析），最终体现于颠覆性指数。

表 5　颠覆性指数和被引频次在不同时间窗下稳定度差异

学科	S	学科	S	学科	S	学科	S
经济与商业	0.161	环境生态	0.001	微生物	－0.032	空间	－0.051
计算机	0.128	精神病学	－0.004	生物与生化	－0.036	神经科学	－0.052
工程	0.097	农业	－0.014	物理	－0.043	免疫	－0.068
社会	0.042	临床医学	－0.023	化学	－0.043	多学科	－0.075
数学	0.021	地学	－0.024	药理和毒理	－0.048		
材料	0.019	植物与动物	－0.029	分子生物与遗传	－0.049		

对于问题②，从图 5 可以看出，在不同学科中，先趋于稳定的指标是不同的，比如，在经济与商业领域，颠覆性指数先达到 0.8 稳定度；在数学、临床医学和神经科学，则是被引频次先达到 0.8。22 个学科两指标达到 0.8 稳定度所用的时间窗，如图 7 所示：

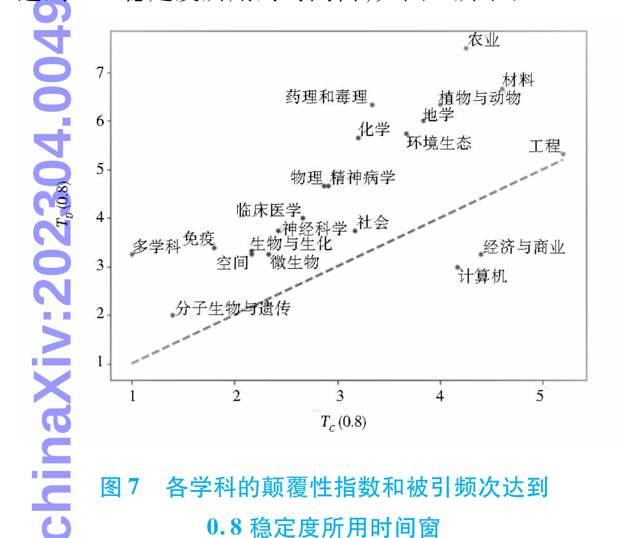


图 7　各学科的颠覆性指数和被引频次达到 0.8 稳定度所用时间窗

注：T_C(0.8)是指被引频次达到 0.8 稳定度所需要的时间窗，T_D(0.8)是指颠覆性指数达到 0.8 所需要的时间窗

图 7 中，直线 Y＝X 左上角的学科，其被引频次达到 0.8 稳定度所用时间短于颠覆性指数，右下角的学科与之相反，直线上的学科表示两指标达到0.8稳定度所用时间相同。整体上看，图 7 中各学科节点的分布比较分散，点与点之间的距离可体现学科差异。

从根本上来看，各学科颠覆性指数与被引频次的计量基础均依赖于施引文献，尤其颠覆性指数还依赖于焦点论文发表之后其参考文献的被引情况，影响因素更多，所以颠覆性指数的稳定时间很有可能晚于被引频次。

图 7 中，多数学科是被引频次先达到 0.8 稳定度，而计算机、经济与商业是颠覆性指数先达到 0.8 稳定度，工程科学几乎是两指标同时达到 0.8。对于大部分学科，被引频次先趋于稳定，而后颠覆性指数稳定的情形，不难理解，至于计算机、经济与商业，很有可能是受数据库中数据收录范围特点所致，具体原因有待进一步验证。但在问题①中，有 7 个学科的颠覆性指数稳定度增长快于被引频次，而为什么最终颠覆性指数稳定度先达到 0.8 的学科却只有 2 个？其原因主要在于，因 N_F 和 N_B 的稳定度变化规律不同，导致颠覆性指数和被引频次的稳定度增长速度也发生了变化。

综上所述，本小节揭示了各学科在 D 算法下颠覆性指数与被引频次稳定时间方面呈现出的现象，发现有 7 个学科在短时间窗下颠覆性指数稳定度增长快于被引频次，但是随着时间窗的延长，最终只有 2 个学科颠覆性指数先达到较高稳定度。

8　总结与讨论

本文以 1998 年的 SCI 论文为样本数据，把 19 年视为体现论文质量稳定的参考时间窗，把 1 年、2 年、……、18 年分别视为测试时间窗，用两时间窗下指标的相关性作为稳定度，计算了 22 个学科在不同时间窗下颠覆性指数的稳定度，发现不同学科达到 0.8 稳定度所需要的时间窗有着巨大差异（见表 2），这对科研评价结果的时效性和稳定性具有重要意义，也可为在探索科学活动规律选择时间窗时提供建议。在此基础上，本文还揭示了各学科颠覆性指数稳定度与被引半衰期之间的规律，当无法直接获得某领域或子学科的颠覆性稳定时间窗时，可用被引半衰期作为时间窗，可以有效保证颠覆性指数的稳定性。本研究还探讨了 D 算法下颠覆性指数的稳定时间窗与被引频次稳定时间窗之间的关系，发现不可以直接用被引频次的稳定时间窗计算颠覆性指数，并基于基尼系数的思想量化了两者的稳定时间差异。这种学科之间的稳定度差异虽可以在指标上进行分析，但其形成的根本原因在于不同学科的研究范式特点和研究

性质不同，具体主要表现为研究时长、审稿时长、认可时滞等。

颠覆性指数是一种较新的量化原创性的计量指标，本文关于颠覆性指数稳定时间窗的建议，有助于科学计量学界合理利用颠覆性指数进行科研评价、探索研究活动。但是本研究中，有些离群点（比如计算机、经济与商业等）尚缺少明确的解释；与此同时，不同国家论文的颠覆性稳定时间是否存在差异，也仍有待进一步研究。

参考文献：

[1] 胡锦绣. 高校科研评价制度的国际比较研究[J]. 评价与管理, 2016,14(1):30-34.

[2] 李晓轩, 杨国梁. 中国科学院研究所评价的逻辑模型研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2009,30(4):5-8.

[3] VAN R. Advanced bibliometric methods as quantitative core of peer review based evaluation and foresight exercises[J]. Scientometrics,1996, 36: 397-420.

[4] WU L, WANG D, EVANS J. Large teams develop and small teams disrupt science and technol ogy[J]. Nature, 2019,566(7744): 378-382.

[5] FUNK R, SMITH J. A dynamic network measure of technological change[J]. Management science, 2017,63(3):791-817.

[6] BORNMANN L. Disruption index depends on length of citation window[J]. EI profesional de la informacion, 2019,2(28):1-2.

[7] BORNMANN L, DEVARAKONDA S, TEKLES A, et al. Disruptive papers published in Scientometrics: meaningful results by using an improved variant of the disruption index originally proposed by Wu, Wang, and Evans (2019)[J]. Scientometrics, 2020,123(2): 1149-1155.

[8] 刘小慧,沈哲思,廖宇,等. 科研论文颠覆性指数的改进及其影响因素研究[J]. 图书情报工作,2020,64(24):84-91.

[9] WALTERS D. The citation life cycle of articles published in 13 American Psychological Association journals: a 25-year longitudinal analysis [J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2011,62(8):1629-1636.

[10] COSTAS R, LEEUWEN T, RAAN A. The "Mendel syndrome" in science: durability of scientific literature and its effects on bibliometric analysis of individual scientists[J]. Scientometrics, 2011, 89(1):177-205.

[11] LEVITT J, THELWALL M. Patterns of annual citation of highly cited articles and the prediction of their citation ranking: a comparison across subjects[J]. Scientometrics, 2008,77(1):41-60.

[12] WALTMAN L, VAN ECK N. Towards a new crown indicator: an empirical analysis[J]. Scientometrics, 2011,3(87):467-481.

[13] NEDERHOF A, VAN L, CLANCY P. Calibration of bibliometric indicators in space exploration research: a comparison of citation impact measurement of the space and ground-based life and physical sciences[J]. Research evalution, 2012,21(1):79-85.

[14] ABRAMO G, CICERO T. A sensitivity analysis of researchers' productivity rankings to the time of citation observation[J]. Journal of informetrics, 2012,6(2):192-201.

[15] COSTAS R, LEEUWEN T, RAAN A. Effects of the durability of scientific literature at the group level: case study of chemistry research groups in the Netherlands[J]. Research policy, 2013,42(4):886-894.

[16] ABRAMO G, CICERO T, ANGELO C. A sensitivity analysis of research institutions' productivity rankings to the time of citation observation[J]. Journal of informetrics, 2012,6(2):298-306.

[17] JONATHAN A. Early citation counts correlate with accumulated impact[J]. Scientometrics, 2005,63(3):567-581.

[18] ABRAMO G, CICERO T, ANGELO C. Assessing the varying level of impact measurement accuracy as a function of the citation window length[J]. Journal of informetrics, 2011,5(4):659-667.

[19] WANG J. Citation time window choice for research impact evaluation[J]. Scientometrics, 2013,94(3):851-872.

[20] WANG X, ZHANG Z. Improving the reliability of short-term citation impact indicators by taking into account the correlation between short- and long-term citation impact[J]. Journal of informetrics, 2020,14(2):101019.

[21] 任胜利,李家林,金碧辉,等. 我国部分科技期刊参考文献和被引用情况统计分析[J]. 编辑学报,2001,4(5):261-263.

[22] TSAY M, CHEN Y. Journals of general & internal medicine and surgery: an analysis and comparison of citation[J]. Scientometrics, 2005(1):17-30.

[23] 周二强. SSCI 收录图书情报学期刊 2013-2017 年被引半衰期变化及其影响因素研究[J]. 江苏科技信息,2020,37(12):12-16.

[24] 何文,叶继元. 期刊影响因子与被引半衰期关系之比较研究——以图书情报学期刊为例[J]. 新世纪图书馆,2015,4(4):39-43.

[25] 戴丽琼. 肿瘤医学期刊被引半衰期及其与影响因子、总被引频次等计量指标的关系[J]. 医学信息学杂志,2012,33(6):61-64.

[26] 张黄群. 期刊被引半衰期与有关指标的相关性[J]. 学报编辑论丛,2011,4(1):114-116.

[27] CLARIVATE ANALYTICS. Journal list[EB/OL]. [2021-05-23]. https://help. incites. clarivate. com/incitesLiveESI/ESIGroup/overviewESI/esiJournalsList. html.

[28] 单卫华,周二强,李建华,等. Medline 数据库中文期刊论文发表时滞分析[J]. 情报探索,2016,4(4):37-39.

[29] 刘雪立. 医学论文发表时滞与医学期刊出版周期的控制[J]. 中国科技期刊研究,2003,14(2):153-155.

作者贡献说明：

刘小慧：设计论文结构，数据采集与处理，撰写初稿；
沈哲思：指导论文结构，修改论文；
廖宇：数据处理，可视化呈现，修改论文；
朱曼曼：数据处理，修改论文；
杨立英：指导论文结构，修改论文。

刘小慧，沈哲思，廖宇，等. 颠覆性指数的稳定时间窗研究[J]. 图书情报工作,2021,65(18):49 – 57.

Research on the Stable Time Window of Disruption Index

Liu Xiaohui[1,2] Shen Zhesi[1] LiaoYu[1,2] Zhu Manman[1,2] Yang Liying[1]

[1] National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190

[2] Department of Library, Information and Archives Management, School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190

Abstract: [**Purpose/significance**] Exploring the stable time window of disruption index and revealing the relationship between the reliability of disruption index, cited half-life and the reliability of citation are to provide valid time window suggestions for its application in different disciplines. [**Result/conclusion**] The reliability of the disruption index under the citation time window in different disciplines was calculated respectively, this paper obtained the needed time window for the reliability of disruption index reach to 0.8, and the relationship between disruption index, cited half-life and the reliability of citation were analyzed respectively. [**Result/conclusion**] There are big differences in disciplines among the needed time window for the reliability of disruption index reach to 0.8; at the time of reaching cited half-life, the reliability of disruption index in all disciplines has reached to 0.8, the cited half-life can be used as a reference for the time window of disruption index calculation; discipline characteristics and indicator algorithms are both important factors affecting the reliability of disruption index, but under the impact of the algorithm, the disruption index may achieve higher reliability after citation.

Keywords: disruption index citation time window citation indicator reliability discipline differences